

La valutazione dei diritti sulle acque

Stima convenzionale e tramite sistema esperto¹

William M. Shenkel*

"Stimare un valore consiste nella formulazione di un costrutto logico"². Seguendo questa regola, la parte prima di questa relazione mostra la stima del valore di un fiume secondo la convenzionale capitalizzazione del reddito. Mentre la stima di questo valore si conforma alle usuali tecniche di capitalizzazione, "un costrutto logico", la parte seconda illustra la valutazione tramite un sistema esperto.

Sebbene il secondo modello di stima riguardi la valutazione di un fondo, si suggerisce che l'intelligenza artificiale può essere egualmente applicata per la valutazione dei diritti sulle acque, e, invero, di altre proprietà fondiari e da reddito. La conclusione suggerisce diverse modalità d'impiego dell'intelligenza artificiale a fini generali di valutazione.

Parte I. La valutazione dei diritti sulle acque

I diritti in questione appartenevano alla Milliken Industries, Inc. che era una industria tessile situata a Exeter New Hampshire, USA (meno di 100 miglia a Nord di Boston, Massachussetts).

Questa industria disponeva di tutti i diritti sul fiume, attribuibili da un rogito datato 15 febbraio 1828. L'impianto industriale doveva essere dismesso e tutti i diritti sulle acque dovevano essere trasferiti alla città di Exeter. La città intendeva impiegare il fiume come fonte di approvvigionamento domestico. Di conseguenza, il problema estimativo consisteva nel determinare i diritti sulle acque pos-

¹ L'autore ringrazia per la collaborazione il Prof. Lorenzo Venzi dell'Università della Tuscia, che ha riveduto la stesura finale del presente lavoro.

* Prof. Ordinario di Estimo nell'Università della Georgia.

² Giuseppe Medici, *Principles of Appraisal* (Ames, Iowa, USA: The Iowa State College Press, 1953), p. 19.

seduti dalla Milliken Industrials, Inc. che doveva trasferirli alla città di Exeter.

L'industria tessile rivendicava tutti i diritti secondo il rogito del 1828 che conferiva:

"tutti i diritti di sbarramento e diritti sul flusso; diritto di uso delle acque e qualsiasi altro diritto descritto, o che il possessore potesse avere sopra il letto del fiume, la confluenza e i canali dei fiumi Squamscott, Exeter, Piccolo fiume, e loro tributari nelle città di Exeter, Kinsigton, Brentiwood e altrimenti, ovunque situati".

Il rogito inoltre conferiva all'impianto industriale il diritto di:

"derivazione ed impiego dell'acqua fluente attraverso la suddetta chiusa (della diga delle Cascade Superiori) in qualsiasi periodo quando l'acqua alle suddette cascade tracimava dalla diga, come ora avviene, o come può avvenire per un incremento di altezza che non superi la misura di un piede".

Secondo la migliore interpretazione giuridica, l'impianto tessile possedeva quindi diritti su tutta l'acqua del fiume Exeter, eccetto il surplus che tracimava dalla diga, come allora avveniva ed era stato precedentemente posseduto dal venditore al 1828.

Il quesito estimativo era allora di determinare il valore di mercato per l'uso di 4 milioni di galloni/giorno (m.g./g.), un flusso garantito, dal fiume Exeter. La città di Exeter aveva una esigenza idrica di 3 m.g./g. che veniva soddisfatta con acque sotterranee ad alto contenuto di idrogeno solforato. Inoltre, l'acqua di falda superava il limite massimo consentito per il manganese.

A causa dell'alto contenuto in sostanze minerali, l'acqua per la città era di difficile purificazione, aveva un cattivo sapore e un cattivo odore. Di conseguenza, la cittadinanza era propensa a sostenere una forte richiesta per l'acqua del fiume Exeter. Le proiezioni indicavano che la cittadinanza avrebbe tra breve avuto bisogno di 6,5 m.g./g. Di conseguenza, veniva stabilito che si dovessero acquisire 4 m.g./g. dal fiume Exeter.

Il valore di mercato veniva determinato considerando l'acqua come fonte di reddito netto, che poteva capitalizzarsi nel valore del bene. Da ciò derivava che il principale problema era quello di documentare la stima del reddito lordo, delle spese annue di produzione e del saggio di capitalizzazione. In altre parole, l'acqua del fiume veniva trattata come una fonte di reddito netto che aveva un valore corrente di mercato.

Nello Stato del New Hampshire, il rifornimento di acque per uso domestico delle città e dei villaggi è assicurato da imprese private, alle quali sono conferiti privilegi monopolistici dallo Stato. In qua-

lità di monopolio pubblico, le società di distribuzione dovevano rendere pubblici i loro risultati gestionali annuali, ivi compresi il bilancio e il conto profitti e perdite, altre rendicontazioni, e passare tutto ciò all'Agenzia Statale di controllo che stabilisce le tariffe di massima che le società possono imporre.

Queste società forniscono acqua captata in falda, o in superficie. La regola generale è che le società che forniscono un servizio monopolistico, in particolare l'erogazione di acqua per uso domestico, possono imporre tariffe basate su un ragionevole rendimento per i loro investimenti nel sistema idrico: pompe, condotte, sistema di distribuzione, pozzi, contatori, impianti di depurazione, ecc.

Per determinare il potenziale reddito ottenibile dal fiume Exeter sono state analizzate le relazioni finanziarie di 147 società private, operanti nello Stato del New Hampshire. Dall'esame di tali rapporti, sono state selezionate tre società che servivano comunità di dimensioni analoghe per popolazione e si approvvigionavano d'acqua dalla superficie di fiumi. Da questa documentazione è stato derivato l'investimento tipico, necessario per distribuire 4 m.g./g. per uso domestico. Basandosi sul saggio di rendimento ammissibile stabilito dall'Agenzia di controllo, veniva determinato il potenziale reddito, detratti i costi di produzione. Data la vendita prevista di circa 4 m.g./g., il valore di mercato è stato stimato applicando il saggio di capitalizzazione prevalente, o il saggio di rendimento annuo, ammissibile dallo Stato del New Hampshire sul capitale investito in tali operazioni.

Nella tabella 1 sono riportate le dichiarazioni annuali dei redditi delle tre società campione in valori assoluti, in percentuali e in moneta per m.g./g. Riducendo il reddito e le spese a cifre percentuali e mostrando ricavi e spese per la capacità in m.g./g., possono essere calcolati rapporti per determinare il valore dei diritti sulle acque. Per esempio, la tabella 1, che presenta il reddito annuale per la Compagnia Hampton Water Works, mostra un reddito lordo di \$ 242.928 per m.g./g.

Le spese complessive di produzione sulla stessa base equivalevano a \$ 184.906, al 76,0% del ricavo totale dall'acqua. In questo caso il reddito operativo dall'acqua assomma a \$ 58.023 per il valore di un m.g./g., o ad un reddito annuale del 24,0% del reddito totale lordo.

Si noti che questi dati sono basati su un volume di 3.73 m.g./g. comparabili con il flusso delle acque del fiume Exeter.

Nel secondo esempio mostrato nella tabella 2, il reddito operativo lordo totale assomma a \$ 397.962 per m.g./g. In questo caso i costi ammontano al 70,1% del ricavo lordo totale, o a \$ 119.399 per m.g./g.

Tabella 1. Determinazione del Reddito annuo

| | <i>Totale</i> | <i>MGG*</i> | <i>Percent. del Totale</i> |
|--|---------------|-------------|--------------------------------|
| Vendite totali da contatori | \$ 735,645 | \$ 197,224 | 81.2 |
| Vendite totali non da contatori | 14,845 | 3,980 | 1.6 |
| Affitto di idranti pubblici | 117,466 | 31,492 | 13.0 |
| Vendita a imprese pubbliche | 13,230 | 3,547 | 1.4 |
| Ricavi dal servizio idrico | \$ 881,186 | \$ 236,243 | 97.2 |
| Sconti forfettati ai clienti e penali | \$ 10,550 | \$ 2,828 | 1.2 |
| Ricavi vari dalle acque | 14,386 | 3,857 | 1.6 |
| Altri ricavi dalle acque | \$ 24,936 | \$ 6,685 | 2.8 |
| <hr/> | | | |
| Ricavo operativo totale dalle acque | \$ 906,122 | \$ 242,928 | 100.0 |
| Costi di produzione | \$ 121,537 | 32,584 | 13.4 |
| Costi di trasferimento e distribuzione | 105,146 | 28,189 | 11.6 |
| Contabilità clienti e generale | 60,141 | 16,124 | 6.0 |
| Costi per vendite e attività commerciali | (17) | (5) | 0.0 |
| Costi d'amministrazione | 189,871 | 50,904 | 21.0 |
| Totale per l'attività e la manutenzione | \$ 476,678 | \$ 127,796 | 52.6 |
| Ammortamento impianti | \$ 59,214 | \$ 15,875 | 6.5 |
| Imposte sull'acque | 153,806 | 41,235 | 17.0 |
| Totale degli altri costi operativi | \$ 213,020 | \$ 57,110 | 23.5 |
| Totale delle deduzioni ai ricavi | \$ 689,698 | \$ 184,906 | 76.0 |
| <hr/> | | | |
| Reddito operativo dalle acque | \$ 216,424 | \$ 58,023 | 24.0 |
| Reddito netto operativo del patrimonio | 30,591 | 8,021 | 3.0 |
| <hr/> | | | |
| Reddito lordo | \$ 247,015 | \$ 66,224 | 27.0 |
| Deduzioni del reddito lordo | 148,387 | 39,782 | 16.0 |
| <hr/> | | | |
| Saldo del reddito | \$ 98,628 | \$ 26,442 | 11.0 |

* Produzione adeguata di 7,8 milioni di galloni/giorno

* Produzione adeguata di 7,8 milioni di galloni/giorno

Tabella 2. Determinazione del reddito annuo acquedotto Pennichuck

| | | <i>Totale</i> | <i>MGG</i> * | <i>Percent. del totale</i> |
|--|--------------|---------------|--------------|--------------------------------|
| Vendite totali da contatori | \$ 2,352,386 | | \$301,588 | 75.8 |
| Vendite totali non da contatori | 68,624 | | 8,798 | 2.2 |
| Affitto di idranti pubblici | 626,520 | | 80,323 | 20.1 |
| Vendita a imprese pubbliche | 29,658 | | 3,802 | 1.0 |
| Ricavi dal servizio idrico | | \$ 3,077,188 | \$394,511 | 99.1 |
| Altri ricavi dalla acque | | \$ 26,919 | 3,451 | 0.9 |
| <hr/> | | | | |
| Ricavo operativo totale dalle acque | | \$ 3,104,107 | \$397,962 | 100.0 |
| Costi di produzione | \$ 356,618 | | \$ 45,720 | 11.5 |
| Costi di trasferimento e distribuzione | 256,295 | | 32,858 | 8.3 |
| Contabilità clienti e generali | 44,111 | | 5,655 | 1.4 |
| | | <i>Totale</i> | <i>MGG</i> | <i>Percent.</i> |
| Costi dell'amministrazione | 337,257 | | 43,238 | 10.9 |
| Totale per l'attività e la manutenzione | | \$ 994,281 | \$ 127,472 | 32.1 |
| Ammortamento impianti | \$ 265,247 | | \$ 34,006 | 8.5 |
| Imposte sulle acque | 915,473 | | 117,368 | 29.5 |
| Totale degli altri costi operativi | | \$ 1,180,720 | \$ 151,374 | 38.0 |
| Totale delle deduzioni ai ricavi | | \$ 2,175,001 | \$ 278,846 | 70.1 |
| Reddito operativo dalle acque | | \$929,106 | 119,116 | 29.9 |
| Noleggi operativi | | \$ 3,160 | \$ 405 | .1 |
| Reddito netto operativo dalle acque | | \$932,266 | \$ 119,399 | 30.0 |
| Reddito Operativo da altri servizi | | (954) | (123) | 0.0 |
| Reddito netto operativo del servizio | | \$931,312 | \$ 119,399 | 30.0 |
| Ricavi non operativi del patrimonio | | 32,911 | 4,219 | 1.1 |
| Deduzione al ricavo non operativo | | (32,144) | (4,121) | (1.1) |
| Reddito non operativo del patrimonio | | \$ 767 | \$ 98 | 0.0 |
| Reddito lordo | | \$ 932,079 | \$ 119,497 | 30.0 |
| Interessi su debiti a lungo termine | \$ 438,279 | | \$ 56,190 | 14.1 |
| Ammortamento debiti, costi e sconti | 11,660 | | 1,495 | .4 |
| Deduzioni su interessi vari | 12,543 | | 1,608 | .4 |
| Interessi sul patrimonio | (148,632) | | (19,055) | (4.8) |
| Deduzioni varie sul reddito | 29,877 | | 3,830 | 1.0 |
| Totale deduzioni dal reddito lordo | | \$ 343,727 | \$ 44,068 | 11.1 |
| Reddito risultante trasferito come surplus acquisito | | \$ 588,352 | \$ 75,430 | 18.9 |

* Produzione adeguata di 7,8 milioni di galloni/giorno

Si considera che il maggior reddito operativo, 30%, risulta da economie di scala e di migliore utilizzazione. In questo esempio la

produzione a regime di 7,8 m.g./g. è di circa il doppio in volume rispetto al caso del fiume Exeter. Il costo operativo relativamente alto, 29,9% del ricavo lordo, è largamente dovuto ai più alti oneri di ammortamento e alle tasse federali sul reddito, indicate nella tabella 2.

Si veda la tabella 3 per la Compagnia Hudson Water, con una produzione adeguata di 3,8 m.g./g. I ricavi operativi totali assommano a \$ 811.751, equivalenti a \$ 270.584 per m.g./g. I costi a \$ 150.359 per m.g./g. ammontano al 56,0% del ricavo totale. Il reddito netto operativo dalle acque di \$ 360.673 indica un reddito per m.g./g. di \$ 120.224, o un indice netto operativo del 44,0% (tabella 3).

A vantaggio della valutazione del reddito e dei costi operativi, alcuni indici finanziari sono stati calcolati per le tre società e riportati nelle tabelle 1, 2, e 3 (vedasi tabella 4). I primi 3 indici finanziari riportano un grado di uniformità relativamente alto nei risultati operativi. Similmente, il ricavo lordo per m.g./g. nell'intervallo tra \$ 242.928 e \$ 397.962, si è collocato tra limiti molto ristretti. Questi dati suggeriscono una stima adeguata del reddito lordo per m.g./g. di 300.000 come appropriata per il valore dei diritti sulle acque relativi a 4 m.g./g. derivati dal fiume Exeter.

Tabella 3. Rendiconto annuale Hudson Water Company

| | | Totale | m.g./g.* | % del Totale |
|---|------------|------------|------------|--------------|
| | | \$ 811,751 | \$ 270,584 | 100.0 |
| Ricavi operativi-acqua | \$ 339,994 | | \$ 133,331 | 49.0 |
| Manutenzione e costi operativi-acqua | 44,409 | | 14,803 | 6.0 |
| Tasse-acqua diverse da quelle sul reddito | 66,673 | | 22,224 | 9.0 |
| | ----- | | ----- | ----- |
| Deduzioni totali sui ricavi | | \$ 451,078 | \$ 150,359 | 56.0 |
| | | ----- | ----- | ----- |
| Reddito netto operativo del servizio | | \$ 360,673 | \$ 120,224 | 44.0 |
| Ricavi da proprietà non operative | \$ 7,908 | | \$ 2,636 | 1.0 |
| Ricavi vari non operativi | 522 | | 174 | 0.0 |
| Ricavi non operativi | 8,430 | | 2810 | 1.0 |
| | ----- | | ----- | ----- |
| Reddito a pareggio | | \$ 369,103 | \$ 123,034 | 45.0 |

* Distribuzione a regime di 3,8 m.g./g.

* Distribuzione a regime di 3,8 m.g./g.

Tabella 4. Indici finanziari: utilità dell'acqua

| | Hampton | Pennichuck | Hudson |
|------------------------------|------------|------------|------------|
| Current asset ratio | 2.432 | 1.547 | .83 |
| Fixed asset to capital stock | 5.238 | 4.902 | 6.819 |
| Debt to equity ratio | 2.495 | 1.413 | 2.835 |
| Gross revenue per MGD | \$ 242,928 | \$ 397,962 | \$ 270,584 |
| Operating expense per MGD | \$ 216,486 | \$ 322,532 | \$ 147,550 |
| Net profit per MGD | \$ 26,442 | \$ 75,430 | \$ 123,034 |

Analogamente, i costi operativi per m.g./g. sono oscillati tra \$ 147.550 e \$ 322.532, consentendo un saggio percentuale sulle spese del 65%, o \$ 195.000 per m.g./g.

Questa stima è considerata ragionevole alla luce dei dati riportati nella tabella 4.

Dando per realizzabile un profitto netto del 35% sul reddito lordo, ossia \$ 105.000 per m.g./g., ciò si dimostra anche consistente con i dati della tabella 4. Il profitto netto per m.g./g. di \$ 26.442 per l'Acquedotto Hampton è risultato come comparazione dal rapporto spese (76%) rispetto ai due altri esempi.

Il rapporto spese del 65% risultava poi al di sopra dello stesso rapporto per l'Acquedotto Hudson, che era al 56%. Di conseguenza si è confermato appropriato un rapporto spese del 65%.

Dopo l'esame delle tabelle da 1 a 3, è stato calcolato un bilancio del reddito stimato per ricavi derivati da 4 m.g./g. relativo ad una derivazione a regime possibile dal fiume Exeter. Questi dati sono riportati nella tabella 5. Si noti che il profitto operativo netto di \$ 420.000 deriva da un saggio di profitto operativo pari al 35%, che sembra ragionevolmente sostenuto dai 3 esempi scelti per il confronto. L'analisi del conto perdite e profitti per le tre società considerate ha dimostrato un saggio di rendimento sul capitale dal 10,1% all'11,4%. La Commissione sui Servizi Pubblici dello Stato del New Hampshire, agenzia di controllo su tali attività, ha stabilito che il 10,7% come saggio di capitalizzazione, fosse un saggio appropriato per la distribuzione dell'acqua come servizio pubblico. Basandoci sui ricavi verificatisi e sui dati della Commissione sopra citata, la stima del valore di mercato è stata realizzata adottando un saggio di capitalizzazione del 10,5% (vedasi Tab. 5). In base a tutto ciò, considerato un profitto annuale stimato per la vendita di 4 m.g./g. dal fiume Exeter pari a 420.000, ne è derivato un valore di mercato pari a \$ 4.000.000, cioè:

$$\text{Valore mercato} = \$ 420.000 / 0,105 = \$ 4.000.000$$

Si noti che il valore di stima è basato su alcune premesse:

1. il fiume consente una derivazione a regime di 4 m.g./g. di flusso idrico per uso domestico;

2. il flusso dell'acqua è stato considerato come un bene patrimoniale che genera un reddito netto operativo annuale. I risultati delle gestioni degli acquedotti privati, soggetti a regolamentazione da parte dello Stato, hanno fornito il probabile reddito che poteva essere ottenuto dalla vendita di acqua per uso domestico;

3. il reddito netto atteso è stato capitalizzato al saggio prevalente, ottenuto da acquedotti comparabili.

in definitiva la valutazione dei diritti delle acque è stata derivata dal valore attuale del flusso del reddito netto. Il valore del reddito netto annuale da capitalizzare si è basato sulla evidenza empirica tratta dal mercato, più precisamente, dall'esperienza operativa di acquedotti comparabili.

Table 5. Pro forma income statement: Exeter river water

| | Annual Amount per MGD | Annual Total | Percent of Total |
|--------------------------------------|--------------------------|--------------|---------------------|
| Water operating income | \$ 300,000 | \$ 1,200,000 | 100 |
| Less expenses | | | |
| Production expenses | \$ 30,000 | \$ 120,000 | 10 |
| Transmission expenses | 27,000 | 108,000 | 9 |
| Collection expenses | 21,000 | 84,000 | 7 |
| Sales expenses and administration | 63,000 | 252,000 | 21 |
| Taxes | 30,000 | 120,000 | |
| Depreciation | 24,000 | 96,000 | |
| Total expenses | -195,000 | -780,000 | 65 |
| Annual net profit | \$ 105,000 | \$420,000 | 35 |

Parte II. Valutazione tramite sistema esperto

Mentre la valutazione precedente ha seguito sostanzialmente le procedure standard, gli estimatori hanno oggi l'opzione di effettuare le loro stime tramite l'intelligenza artificiale, un sistema che si basa sulla logica, una banca dati e programmi di calcolo per risolvere problemi. Prima di sviluppare procedimenti per la valutazione dei fondi rustici per mezzo di sistemi esperti, sembra utile rivisitare il concetto di (1) sistema esperto, (2) logica estimativa, (3) programmazione secondo logica.

Per comprendere questi termini, una distinzione deve essere fatta tra sistemi di conoscenza procedurale e di conoscenza formale. I programmi dei calcolatori sono normalmente basati su routines procedurali nelle quali ogni linea del programma costituisce le diverse procedure che il calcolatore esegue per produrre un determinato risultato. I sistemi di conoscenza procedurale, allora, sono basati su procedure attivate per determinare una soluzione.

La conoscenza formale opera per mezzo di routines di calcolo che risolvono problemi. In tal modo la conoscenza formale non è basata su routines che dipendono da istruzioni su come svolgere un compito, ma è basata su routines che risolvono un problema specifico. In definitiva, un sistema di conoscenza formale consiste in due componenti: 1) una base dati di fatti: per esempio, le date delle transazioni, i prezzi di compra-vendita, la topografia delle proprietà, la localizzazione e dati similari, e 2) un insieme di regole basate sulle relazioni tra gli oggetti e la banca dati³. L'estimatore usando un sistema di conoscenza formale potrebbe, dapprima, costruirsi una banca dati che mostra le relazioni tra le caratteristiche della proprietà e il valore, e potrebbe, in secondo luogo, crearsi regole basate su inferenze, che a loro volta, sono basate su relazioni logiche derivate dalla banca dati stessa.

Sistemi esperti

I sistemi esperti sono programmi informatici che imitano un esperto umano. Essi richiedono procedure che il calcolatore esegue.

I sistemi esperti, per esempio, includono banche dati sulle malattie in cui il calcolatore usa per la diagnosi le malattie stesse. Ugualmente, sono stati sviluppati programmi di calcolo che eseguono procedure adottate da esperti d'estimo per calcolare i valori. Tali esperti, in questo caso sviluppano procedure informatiche che eseguono istruzioni, ad esempio, la capitalizzazione del reddito. Sistemi esperti di tal fatta sono usualmente basati su programmi procedurali progettati da specialisti.

Logica estimativa

La logica estimativa è stata definita come lo studio di insiemi coerenti di postulati. I postulati sono ritenuti coerenti se sono tra loro mutualmente compatibili. Posto diversamente, un insieme di postulati è coerente se questi possono tutti insieme esser validi in una qualche possibile situazione⁴.

³ Adrian Walker, "Knowledge Systems: Principle and Practice." Adrian Walker, et al, *Knowledge systems and Prolog* (Reading, Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Co., Inc., 1987) pp. 2-3.

⁴ Wilfred Hodges, *Logic: An Introduction to Elementary Logic* (New York:

Per esempio, possiamo ritenere che la terra nel comune di Ronciglione (Lazio) abbia il valore di £. 6.300.000/ha perché la terra venduta nel 1986 investita a noccioli, coltivata dal proprietario, nella Regione Agraria 6, in cui ricade Ronciglione, aveva un valore medio di £. 6.300.000/ha. Perciò se la terra ha tali caratteristiche, ha un valore medio di £. 6.300.000/ha. L'estimatore stabilisce la banca dati e le regole che determinano il valore secondo le relazioni tra gli oggetti nella banca dati. Secondo tali argomenti la stima del valore di mercato sarà valida se non si verifica una possibile situazione in cui le premesse alla stima sono vere e la conclusione risulta non vera.

Per esempio, può essere considerato che la terra compra-venduta nel 1986 nella Regione Agraria 6, nel comune di Ronciglione, investita a noccioli con un Reddito Dominicale di £. 100.000/ha abbia un valore di £. 6.300.000/ha. Perciò se la terra ha tali caratteristiche, ha un valore medio di £. 6.300.000/ha. Date queste condizioni di compra-vendita, specifiche della terra che abbia simili caratteristiche, una stima basata su tali premesse dovrebbe essere valida, dal momento che le premesse, per definizione, determinano le conclusioni.

Ne consegue, che l'estimatore che determina il valore sulla base di transazioni recenti di terre aventi date caratteristiche, tra e il valore da tali premesse. Per certo, tutte le stime richiedono un tale ragionamento logico. L'estimatore che determina un valore dalla capitalizzazione del reddito netto, presumibilmente ha seguito regole accettabili dalla logica. Il quesito di base, comunque, ruota intorno al fatto se l'estimatore abbia seguito uno schema di ragionamento deduttivo, o induttivo.

Secondo la logica deduttiva, l'estimatore stabilisce come principio generale un saggio di capitalizzazione del 12%. Allora egli stima il valore capitalizzando al saggio del 12%. Ciò significa che il valore consegue dal principio generale, un saggio di capitalizzazione del 12% che è poi applicato ad un caso specifico per determinare un valore di mercato. L'estimatore procede dal caso generale a quello specifico. Mentre questo procedimento segue la logica deduttiva, può anche seguire il principio dell'"ipse dixit", cioè "è così perché io dico che è così".

Un sistema di valutazione basato su logica programmatoria, al contrario, segue uno schema induttivo di ragionamento: da osservazioni ripetute sul mercato (la banca dati) l'estimatore determina il valore di mercato. In questo caso, l'estimatore procede da ripetute os-

servazioni di casi specifici verso il caso generale: il valore di mercato. Date queste considerazioni, il passo successivo è di considerare la logica programmatoria.

Logica programmatoria

I programmi informatizzati che risolvono problemi per mezzo di procedure formalizzate, sono stati introdotti da Alain Colmerauer negli anni '70⁵. Il programma informatizzato "Prolog" sta per "programmare secondo logica" basato sulle inferenze tratte da banche dati e regole stabilite dal programmatore. Il metodo è basato sulla logica assertiva che procede secondo lo schema:

"Tutti gli uomini sono mortali. Socrate è un uomo. Quindi Socrate è mortale".

Questo modo di ragionare ipotizza lo schema secondo cui tutte le A siano B. S appartiene alle A, quindi S è un B. La logica assertiva indica solo se la premessa implica la conclusione⁶.

Prolog

Il programma Prolog, che richiede una banca dati, include un procedimento inferenziale che è un processo di analisi logica sulle informazioni. Applicandolo ai problemi di valutazione, il programma richiede un insieme di fatti (compra-vendite comparabili e loro caratteristiche) e regole di valutazione. Così nel Prolog la relazione tra terra e valore è definita "un fatto". Il valore per ettaro sarebbe espresso dalla frase:

"il valore della terra ammonta a £. 6.300.000/ha"

Nella logica programmatoria questa relazione viene mostrata come:

"Valore (ettaro, 6.300.000/ha)

Il fatto espresso da questa relazione indica che il prezzo di compra-vendita, o il suo valore, equivale a 6.300.000 lire per ettaro. I fatti verrebbero a comprendere caratteristiche selettive per ogni transazione immobiliare, registrata come elemento della banca dati. L'estimatore dovrebbe allora stabilire regole tali da derivare norme inferenziali dai suddetti fatti. Le norme sarebbero equivalenti a conclusioni tali da essere valide se una o più conclusioni, o fatti sono validi.

⁵ For an explanation of mathematical logic, see Elliott Mendelson, *Introduction to Mathematical Logic*, 3rd edition (Monterey, California: Wadsworth & Brooks/Cole Advanced Books & Software, 1987).

⁶ Per un approfondimento sulla logica matematica, vedere Elliott Mendelson, *Introduction to Mathematical Logic*, 3rd edition (Monterey, California: Wadsworth & Brooks/Cole Advanced Books and Software, 1987).

Prolog impegna una banca dati che consiste in una collezione di fatti e norme. La banca dati potrebbe essere un insieme di compravendite immobiliari con le loro caratteristiche individuali, oppure una banca dati patrimoniale, mostrante redditi e costi di esercizio, saggi di rendimento, o produttività.

Da una lista di diverse centinaia, o migliaia, di transazioni l'estimatore potrebbe selezionare regole che consentono al calcolatore di determinare valori sulla proprietà stimate, dati certi inputs da parte dell'utilizzatore. In questo senso il calcolatore sta solamente applicando norme prestabilite nell'estimo convenzionale.

Prolog permette all'estimatore di quantificare le procedure di stima. Ciò significa che le norme sono basate su inferenze tratte da osservazioni ripetute dei dati di mercato. Si ritiene che tali regole tratte da casi concreti siano migliori rispetto ai risultati della logica deduttiva basata su giudizi di valore personali e soggettivi.

Un limitato numero di esempi mostrerà come vengono applicati questi concetti. Per illustrare ciò, ad esempio, quando ci si accorge che due donne sono sorelle? Per rispondere a questo quesito si stabiliscono due regole: per essere sorelle, 1) due persone devono essere di sesso femminile; 2) esse devono avere gli stessi genitori. Parimenti, come si viene a conoscere il valore di mercato del terreno agricolo? Supponiamo che il terreno da stimare abbia le seguenti caratteristiche:

località Ronciglione (Lazio)

uso del suolo: nocciolo

proprietà coltivatrice: sì

epoca di stima: 1985

Il programma Prolog ricercherà allora tutte le transazioni fondiarie con le caratteristiche (o qualsiasi altro insieme di caratteristiche) nella banca dati e calcolerà il valore mediano per ettaro.

Basandoci sulla superficie in ettari per la proprietà oggetto di stima, il valore di mercato sarà determinato dal valore mediano della terra con caratteristiche analoghe per ogni vendita.

L'estimatore allora pone la regola che il valore di mercato è uguale al valore mediano per ettaro per la terra con caratteristiche simili. Ciò significa che il programma Prolog calcola il valore mediano della terra, dato l'insieme delle caratteristiche fondiarie della proprietà sotto stima. Il valore mediano ad ettaro per quell'insieme di caratteristiche viene quindi applicato alla proprietà di valutare. Tale valore per ettaro, perciò, varia e dipende dalle caratteristiche della proprietà oggetto di stima.

Si noti attentamente che l'accuratezza della stima dipende

dalla banca dati. I valori di compra-vendita devono comprendere variabili significative per il valore della terra. L'accuratezza dipende anche dalle regole che portano a conclusioni logiche: la stima del valore di mercato è erronea se la banca dati non comprende le variabili significative e se non sono applicate regole corrette di valutazione.

Formata la banca dati necessaria, possono essere stabilite procedure per valutare proprietà da reddito, terra libera da contratti, aziende agricole, o altre proprietà, più o meno complesse.

Fino ad oggi Prolog è stato impiegato per valutare abitazioni unifamiliari, magazzini e terreni liberi. In tali applicazioni l'estimatore accede a banche dati di transazioni immobiliari con dettagliate caratteristiche patrimoniali, illustrate in ogni atto di vendita.

Nel caso di abitazioni unifamiliari, l'estimatore deve stabilire regole che mostrano valori di mercato per le case di differenti caratteristiche.

In definitiva, l'estimatore per applicare Prolog deve identificare regole accettate che portino al valore di mercato. Il Programma può essere raffinato al livello giustificato dalle esigenze della stima. Non vi è virtualmente alcun limite al numero di variabili e regole a disposizione dell'estimatore. L'accuratezza della valutazione allora dipende dalla qualità della banca dati e delle regole di valutazione. Di nuovo, le regole sono basate sull'inferenza derivata dalla relazione tra le caratteristiche delle proprietà e il loro valore.

Gli errori della Logica Programmatoria

Passando ora alla definizione del Medici, che una stima deve avere fondamento logico, è opportuno ora verificare possibili errori nella logica estimativa. Per essere efficaci, le routines di stima tramite intelligenza artificiale devono evitare errori nella logica.

I più comuni errori di logica nella stima possono essere riassunti in sei punti:

(1) conclusioni non coerenti – Se tutte le conclusioni estimative, basate su date premesse, non sono valide, l'esito della stima è incoerente e perciò invalidato. Si supponga, per esempio, che la banca dati mostri che per una certa località, tipo di suolo ed altre caratteristiche, un valore mediano di £. 6.300.000/ha. Se si conclude da tali premesse che il valore di mercato ammonta a £. 10.000.000/ha, tale conclusione sarebbe decisamente inconsistente. La stima basata su Prolog evita conclusioni incoerenti.

(2) Conclusioni ambigue – Le conclusioni dalle valutazioni sarebbero ambigue se più di una conclusione derivasse dalle premesse della stima.

Per esempio, supponiamo che l'estimatore valuti la stessa proprietà a £. 6.300.000/ha per l'acquirente A e £. 10.000.000/ha all'acquirente B. Dal momento che secondo le premesse di stima considerate, vi è un solo valore di mercato, la circostanza di ottenere più di un valore dallo stesso insieme di premesse porta ad una conclusione ambigua. La stima basata su Prolog evita ambiguità.

(3) Conclusioni fuorvianti – Consideriamo ad esempio un personaggio che abbia millantato "alla festa tutte le ragazze mi hanno baciato". In realtà, invece, alla festa non vi erano ragazze; l'espressione è fuorviante. Parimenti, consideriamo l'estimatore che dichiara che, in generale, la terra si vende a £. 7.000.000/ha nel comune di Ronciglione. Se in concreto, nessun fondo è stato venduto per più di £. 2.000.000/ha, la conclusione è fuorviante. Le stime basate su Prolog evitano conclusioni fuorvianti.

(4) Estrapolazione eccessiva dei dati – La conclusione della valutazione risulterebbe estrapolata all'eccesso se le conclusioni non fossero sostenute dai dati estimativi disponibili. Per esempio, supponiamo che un estimatore abbia la documentazione comprovante che un fabbricato di 300 mq. abbia un valore di £. 585.000 per metro quadrato.

Non ne consegue, comunque, che un edificio di 1000 mq. debba avere lo stesso valore unitario di £. 585.000. Applicando il valore unitario relativo all'edificio 300 mq. a quello di 1000 mq. il perito ha estrapolato eccessivamente i dati. La valutazione basata su Prolog evita eccessi d'estrapolazione dei dati.

(5) Errori non sequenziali – Si supponga che l'estimatore abbia determinato che gli uliveti siano compra-venduti sulla base di un saggio di capitalizzazione del 6%. Non ne consegue, comunque, che una azienda itticola, per citare un esempio estremo, debba essere valutata con un saggio di capitalizzazione del 6%. Cioè, non ne consegue necessariamente che poiché acquirenti e venditori accettano un saggio di rendimento del 6% per gli uliveti, lo stesso saggio debba essere accettabile per una azienda d'acquacoltura. La stima basata su Prolog evita errori non sequenziali.

(6) Errori di non rappresentatività – Questi errori occorrono tipicamente nel valutare le proprietà per via sintetica. Per esempio, la banca dati può mostrare che i nocciuleti con alberi d'età inferiore agli otto anni generalmente vengano venduti per £. 5.000.000/ha. Tali dati ovviamente non sarebbero rappresentativi per il valore di un nocciuleto di 25 anni. Questi dati dalle vendite usati per derivare una conclusione relativa alla stima sarebbero non rappresentativi. La stima basata su Prolog evita errori di non rappresentatività.

Con queste qualificazioni ci sembra allora appropriato illustrare

la valutazione di terreni, non vincolati da contratti, tramite intelligenza artificiale e poi considerare una estensione di questa metodologia al valore dei diritti sulle acque⁷.

La valutazione per mezzo della programmazione logica: un caso di studio

La valutazione della terra per mezzo dell'intelligenza artificiale è stata verificata con il listing di una banca dati di 297 transazioni nel comune di Capranica, Regione Lazio, realizzata dal 1976 al 1986. Per ogni transazione sono stati registrati i seguenti elementi:

- prezzi di vendita;
- metri quadrati;
- distanza dal più vicino centro urbano;
- tipo del suolo su 5 categorie;
- valore secondo l'Ufficio del Registro;
- imponibile catastale;
- venditore diretto coltivatore (si, no);
- acquirente diretto coltivatore (si, no).

L'uso del suolo è stato codificato ad esempio, secondo 5 livelli: 0) terra a bassa fertilità, 1) agricoltura seccagna, 2) terreno libero da vincoli contrattuali, 3) piantagioni di recente realizzazione, 4) nocciuoli⁸. Il valore di mercato si è basato sulla procedura espressa dalla formula sotto riportata:

⁷ Una distinzione può essere fatta per mezzo delle tecniche di regressione multipla e per mezzo di Prolog o "predicate logic". Nelle tecniche di regressione multipla, il valore è determinato dalle associazioni statistiche fra il prezzo di vendita e le caratteristiche delle proprietà selezionate. L'accuratezza della stima dipende dalle statistiche diagnostiche favorevoli che mostrano il grado di correlazione statistica.

Prolog, per contro, fornisce valori basati su regole logiche così come vengono determinate dall'estimatore.

Mentre non sono richieste relazioni statistiche, la valutazione conclusiva deve seguire accettabili regole logiche. Una comparazione fra le due tecniche di valutazione è il soggetto di un lavoro congiunto tra l'autore ed il Prof. Lorenzo Venzi, dell'Università della Tuscia, di Viterbo (Italia). Per questo gli autori preferiscono l'intelligenza artificiale alla regressione multipla.

⁸ Il data-base è stato sviluppato da collaboratori dell'Università della Tuscia, sotto la supervisione del Prof. Lorenzo Venzi.

$$VM = \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \right] \cdot [\text{metri quadri}]$$

dove: VM = valore di mercato

n = numero dei casi che hanno le stesse caratteristiche variabili

X = valore unitario dei fondi che hanno le stesse caratteristiche variabili

La procedura di valutazione indica che il valore di mercato è calcolato dal prezzo medio dei fondi che abbiano le stesse caratteristiche della proprietà stimata. Due modelli sono stati elaborati, uno basato sul valore medio, come sopra, e l'altro basato sul valore mediano. A causa del numero ridotto di casi il modello con il valor mediano ha fornito i risultati più validi⁹.

Per applicare questo modello, e con quella banca dati, l'estimatore deve provvedersi dei seguenti inputs tramite indagini col calcolatore:

- superficie fondiaria, metri quadrati: 1.000;
- distanza dell'abitato: 5.000;
- tipo del suolo: 1) (terra non fertile);
- uso del suolo: 5) (noccioletto);
- anno di vendita: 1985;
- Regione Agraria: 4)

Il risultato dal calcolatore stampa il valore di mercato stimato per ettaro. Il risultato del calcolatore riporterebbe allora:

Valore medio: 0,52309686667 lire/mq

Valore totale: 523,09686667 lire

Si noti che il modello non effettua correzioni sull'arco temporale. Se l'estimatore inserisce l'anno come 1985, la stima verrà basata sui prezzi di compra-vendita del 1985. Lo stadio successivo sarà quello di inserire una regola che trasformi i valori nominali in valori reali anche per altri anni.

Ciò comporta l'adozione di una procedura basata su un coefficiente che mostri come i valori sono variati nel tempo da un anno base. Una semplice routine di regressione potrebbe indicare come i valori sono combinati dal 1976 al tempo presente.

Il modello dimostra che per ogni combinazione delle sei caratteristiche inserite, viene calcolata la mediana, oppure il valore medio, per ettaro per derivare il valore stimato di mercato. L'estimatore,

⁹ Il programma preliminare in Prolog, "Land Pro", è stato scritto da Yeang Gon Kim, candidato al Ph. D. dell'Università della Georgia, sotto la supervisione del Dott. Shenkel.

cioè, ha adottato la regola per cui, dato un insieme di caratteri fondiari comuni, il valore della terra deriva dal valor mediano (o dalla media) per ettaro dell'insieme di vendite che presentano le stesse caratteristiche. Mentre il presente esempio è limitato a 297 casi e ad un limitato numero di variabili, l'estensione della banca dati oltre i presenti limiti si presenta abbastanza facilmente realizzabile.

Conclusioni

1. Può il valore di mercato essere stimato tramite intelligenza artificiale? Probabilmente, sì.

Una accurata stima dei fondi richiede una banca dati dettagliata per le transazioni immobiliari che riportino le caratteristiche rilevanti per il valore fondiario. Come minimo, si suggerisce che la banca dati per le proprietà fondiarie includa:

- prezzo di vendita;
- data di vendita;
- localizzazione:
 - Provincia;
 - Comune;
 - Regione Agraria;
 - Distanza da:
 - autostrade;
 - città, o paesi;
 - altro.
- Preminente uso del suolo;
- Valutazione della produttività del suolo;
- giacitura;
- colture principali in ettari;
- fabbricati rurali valutati nel loro stato;
- altri edifici rurali valutati nel loro stato;
- rese delle colture, per categoria;
- imponibile catastale;
- soprassuoli arborei per età delle piante;
- disponibilità di acqua, valutata per entità;
- altre caratteristiche rilevanti.

Deve essere posta attenzione nell'ottenere fattori irrilevanti per determinare i prezzi, come considerati da venditori e compratori. Solo le transazioni tra acquirenti privati e venditori che negoziano liberamente sul mercato possono essere prese in considerazione. Le vendite che derivano marcatamente da una transazione "particolare" dovrebbero

bero essere omesse dalla banca dati.

2. L'intelligenza artificiale sembrerebbe avere buone prospettive per la valutazione di proprietà da reddito. Nella parte prima della relazione la valutazione dei diritti sulle acque è stata effettuata capitalizzando il reddito netto. Certamente, l'intelligenza artificiale poteva essere utilizzata per valutare le stesse proprietà data l'esistenza di una banca dati di 147 bilanci e altri documenti di rendicontazione contabile per lo Stato del New Hampshire. In questo caso la banca dati sarebbe consistita nei dati finanziari di ognuno dei 147 acquedotti. L'estimatore avrebbe poi adottato procedure indicanti la relazione tra le caratteristiche finanziarie e il valore di mercato. Di nuovo, la valutazione sarebbe derivata da un listing delle caratteristiche rilevanti nella banca dati e dalle più appropriate procedure di valutazione determinanti il prezzo di mercato.

Ne consegue, perciò, la conclusione che l'intelligenza artificiale ha dirette applicazioni per la stima del valore di mercato. Si supponga, comunque, che carenze di dati impediscono il confronto di un certo insieme di dati caratteristici per le proprietà stimate nella banca dati. Può avvenire, cioè, che le caratteristiche delle proprietà siano uniche, o che la banca dati sia inadeguata, mostrando che non è possibile alcuna soluzione valutativa secondo le procedure adottate. Come, allora, funzionerebbero in tali circostanze le procedure artificiali (d'intelligenza)?

La risposta è che le procedure d'intelligenza artificiale consentono la revisione automatica delle regole di valutazione. Se il modello d'intelligenza artificiale non ha successo perché nessuna soluzione è possibile, i programmi possono consentire alle norme di cambiare. Questo è lo stesso problema affrontato dai valutatori nei confronti di una proprietà con caratteristiche eccezionali dove i dati di mercato sono altamente imperfetti. Date queste imperfezioni dei dati dal mercato, l'estimatore di nuovo stima il valore di mercato basandosi sulla più ragionevole proposizione logica. Lo stesso modo di ragionare può essere incorporato nei modelli di intelligenza artificiale.

Il presente modello dimostrativo, limitato come può essere, ha dimostrato la realizzabilità della creazione di banche dati e della quantizzazione delle regole di valutazione nell'interesse della accuratezza delle stime. Si può, perciò, concludere che i diritti sulle acque, i valori fondiari, i redditi degli immobili e le aziende agricole possono essere tutti valutati tramite l'intelligenza artificiale.

Queste routines di valutazione si conformano con ciò che il Medici chiama "costrutti logici". Nell'analisi precedente, l'intelligenza artificiale ha aiutato gli estimatori a perseguire l'obiettivo

estimativo: valutare, cioè un bene sul mercato, niente di più e niente di meno del suo valore di mercato.

Bibliografia

- Clocksin W. F. and C. S. Mellish, *Programming in Prolog*, 3rd ed., (Cambridge, England: Springer-Verlag, 1987).
- Hodges Wilfred, *Logic: An Introduction to Elementary Logic*, (New York, New York: Viking Penguin, Inc., 1977).
- Kowalski Robert, *Logic for problem solving* (New York, New York: Elsevier Science Publishing Co., Inc., 1979).
- Mendelson Elliott, *Introduction to Mathematical logic*, 3rd ed., (Monterey, California: Wadworth & Brooks/Cole Advanced Books and Software, 1987).
- Rich Kelly M., and Phillip R. Robinson, *Using Turbo Prolog*, 2nd ed., (Berkeley, California: McGraw-Hill, Inc., 1988).
- Townsend Carl, *Advanced Techniques in Turbo Prolog*, (Alameda, California: SYBEX, Inc., 1987).
- Turbo Prolog 2.0 User's Guide* (Scotts Valley, California: Borland International, 1988).